



# Universidad del Sureste

**Catedrático:** Dr. Darío Cristiaderit Gutiérrez Gómez

**Materia:** Microanatomía

**Trabajo:** Resumen

**Nombre de la alumna:** Luz Angeles Jiménez Chamec

**Licenciatura:** Medicina humana

**Semestre:** 1° B

# Sistema Hemático

El **tejido hematopoyético** se desarrolla durante la etapa **embrionaria y fetal** en diferentes tipos, sitios anatómicos. En el periodo embrionario comienza la hematopoyesis en el saco vitelino, se continúa en el hígado y el bazo y posteriormente en la médula ósea.

La **hematopoyesis** es el mecanismo responsable de la formación continua de los distintos tipos de elementos formes sanguíneos, que los mantiene dentro de los límites de la normalidad en la sangre periférica.

La **Sangre** se considera como parte del tejido conectivo especializado, formada por células y sustancia intercelular: el **plasma sanguíneo**. La sangre circula por el organismo a través de los **vasos sanguíneos**. Los **elementos circulares** de la sangre son: eritrocitos, plaquetas (trombocitos) y leucocitos.

El ciclo vital de las células sanguíneas es relativamente corto, pues se requiere que sean sustituidas en forma continua durante toda la vida. En el ser humano adulto se ha estimado que cada día se forman alrededor de 200 000 millones de **eritrocitos** y 10 000 millones de **leucocitos** a través del proceso hematopoyético.

## Hematopoyesis

hemat, sangre y progesis, formación. La hematopoyesis es un proceso de renovación y formación constante de células sanguíneas por proliferación mitótica y diferenciación

Simultánea de células madre, que conforme se diferencian reducen su potencialidad y surgen en los tejidos y órganos hematopoyéticos.

## Nomenclatura

Dependiendo del tipo celular que originan el proceso de hematopoyesis, este recibe diferentes nombres:

- Eritropoyesis
- Granulopoyesis
- Linfopoyesis
- Monopoyesis
- Megariopoyesis

## Sitios anatómicos de hematopoyesis

En el adulto se desarrolla en la **medula ósea** debido a su capacidad de permitir el anadimientamiento, crecimiento y diferenciación de las células germinales hematopoyéticas, ya que les brinda un **microambiente** adecuado para su desarrollo y diferenciación fenotípica. La producción de los linfocitos fuera de la medula ósea se denomina **linfopoyesis**.

## Medula ósea

Se localiza en las **epifisis de los huesos largos**, el esternón, las costillas, el caneo, las vértebras y la pelvis. En la medula ósea constituye del 4 al 6% del peso corporal y tiene un volumen total similar al del hígado.

# Mecanismos de regulación

La hematopoyesis está regulada por mecanismos de gran complejidad; las células hematopoyéticas interactúan entre sí, con su microambiente, con factores de crecimiento y con la matriz extracelular.

## Microambiente inductivo de hematopoyesis

Es un complejo heterogéneo de células y de sus respectivos productos que se requieren para mantener y regular el crecimiento de la célula totipotencial hematopoyética.

## Contacto físico

El contacto entre el estroma y las células hematopoyéticas permite mantener el equilibrio celular.

## Citocinas

Las diversas citocinas son consideradas como factores de crecimiento, necesarios en diferentes estadios de la hematopoyesis, sintetizadas y secretadas por las células del estroma.

## Estroma

Existen dos hipótesis acerca de la función del estroma. La primera supone que el estroma libera sustancias capaces de inducir expresión de genes de diferenciación en la célula totipotencial hematopoyética.

# Hematopoyesis fetal

Comienza en el embrión humano desde el décimo noveno día después de la fecundación, durante la etapa de la **organogénesis**.

## Fase mesoblástica

Se inicia en la tercera semana de vida intrauterina en la **pared del saco vitelino** y el **cordón umbilical**, donde aparecen en el mesénquima pequeñas agrupaciones de células hematopoyéticas denominadas **islotos sanguíneos**.

## Fase hepática

Alrededor de la sexta semana de gestación aparecen en el **esbozo hepático** precursores de los eritrocitos, lo que marca el inicio de esta etapa.

## Fase mieloide

La hematopoyesis se lleva a cabo en la médula ósea en los últimos cinco meses de vida fetal y durante toda la existencia posnatal, constituyendo el **órgano hematopoyético central**.

## Factores de crecimiento

Los factores de **crecimiento hematopoyético** corresponden a todos aquellos que influyen en la **autorrenovación, diferenciación y proliferación** de la sangre, resultando indispensables para regular el proceso de células sanguíneas. Cada factor de crecimiento cuenta con funciones múltiples que crean un complejo sistema de comunicación celular & se dividen en dos grupos: **interleucinas** & **factores estimulantes de colonias**.

## Características generales

- Las citocinas incluyen dentro de sus características:
- Estructura glucoproteica a bajas concentraciones de actividad.
  - Son producidas por diferentes tipos celulares que regulan más de una línea celular.
  - Muestran efecto aditivo o sinérgico con otros factores de crecimiento.
  - Modulan la expresión de genes reguladores productores de citocinas.

## Factores de crecimiento multipotente

Son aquellas que logran iniciar la proliferación de varios tipos celulares e influyen en la actividad de un amplio espectro de células progenitoras. Estos factores son: interleucina 3 (IL-3), factor estimulante de colonias de granulocitos - monocitos (GM-CSF) de leucocitos: neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monocitos y linfocitos. Al madurar, se liberan hacia la sangre periférica o permanecen en la médula ósea en un fondo común de almacenamiento.

## CFU-GM

Célula progenitora bipotencial común que da origen a los granulocitos (neutrófilos, eosinófilos y basófilos) y monocitos. Esta unidad formadora de colonias deriva de la unidad formadora de colonias de granulocitos - eritrocitos - monocitos - megacariocitos (CFU-GEMM). El factor estimulante de colonias de macrófagos (M-CSF) produce diferenciación monocítica e induce la diferenciación de granulocitos neutrófilos.

## Mieloblasto

De la CFU-G, se origina el **mieloblasto**, que es el primer estadio identificable en el microscopio de la serie granulocítica, es un precursor del neutrófilo. Se trata de una célula con núcleo oval, grande y claro. El citoplasma es basófilo y no contiene granulos (puede contener escasos granulos azurófilos). Su diámetro mide entre 15 y 20  $\mu\text{m}$ .

## Promielocito

Son células grandes con citoplasma basófilo que también presentan granulos azurófilos; sufren una o varias mitosis.

## Mielocitos

Los **mielocitos** contienen un citoplasma ligeramente basófilo y el núcleo presenta cromatina de grumo grueso, su tamaño disminuye en relación con las células de la preceden y son más aplanados.

## Células madre pluripotenciales

Tienen la capacidad de **autorrenovación** y **diferenciación**, pero ya no son capaces de formar un individuo completo, se encuentran a partir de la fase de blastocisto en el desarrollo del embrión.

Las células madre pluripotenciales originan células hijas que pueden seguir dos destinos:

1. Permanecer como células madre pluripotenciales.
2. Diferenciarse en otros tipos celulares, como células progenitoras.

## Células madre multipotenciales

Son capaces de generar células, pero solo del mismo tipo celular del tejido al que pertenecen o donde residen. Tienen una propiedad única: dan lugar a distintos tipos celulares que componen el órgano con el fin de renovar las poblaciones de células que van envejeciendo.

### Célula madre bipotencial

Solo se puede diferenciar hacia dos líneas específicas de células.

### Célula madre unipotencial

Se puede diferenciar hacia una línea específica de células. Todas las células sanguíneas se originan a partir de una célula madre pluripotencial y pasan por diferentes estadios de diferenciación y maduración antes de incorporarse al torrente circulatorio.

### Células madre progenitoras hematopoyéticas

Las células madre progenitoras multipotentes derivan de un único tipo celular de la médula ósea roja, proliferan y se desarrollan formando dos linajes: 1) células linfoides, que son células formadoras de linfocitos, y 2) células mieloides que dan origen a los granulocitos, eritrocitos, plaquetas y monocitos en la médula ósea. Las células progenitoras son células hijas con menor potencialidad y pueden ser unipotentes o bipotentes, las cuales producen células precursoras (blastos).



# Eritropoyesis

La **eritropoyesis** es el proceso ordenado en el que la concentración periférica de eritrocitos se mantiene en equilibrio.

## Células madre progenitoras mieloides o células madre multipotenciales

La **CFU-GM** está destinada a desarrollar líneas celulares definidas como las células progenitoras comprometidas; la **BFU-E** es una célula progenitora unipotencial, y la **CFU-E**, al ser estimulada hormonalmente.

## Linajes celulares

### CFU-E

Estas células anucleadas reciben el nombre de **eritrocitos jóvenes o reticulocitos**. La eritropoyesis se lleva a cabo en diferentes fases o estadios de maduración, que son: **pronormoblasto (rubiblasto)**, **normoblasto basófilo (pro-rubricito)**, **normoblasto policromatófilo (rubricito)**, **normoblasto ortocromatófilo (metarrubricito)**, **reticulocito** y **eritrocito**.

### Pronormoblasto

Es una **célula redonda y grande**, cuyo núcleo abarca la mayor parte del volumen celular y se encuentra rodeado por una pequeña a moderada cantidad de citoplasma basófilo; contiene una fina red de cromatina conocida como **cromatina en encaje**, con dos o tres nucleolos ligeramente visibles.

## Normoblasto basófilo

Es más pequeño que el pronormoblasto. Su citoplasma es más abundante y basófilo, y el núcleo muestra un engrosamiento del patrón de cromatina y ausencia de nucleolo. Tiene un diámetro que varía entre 10 y 16  $\mu\text{m}$ .

## Normoblasto polícromatófilo

La cromatina nuclear es irregular y burdamente aglutinada; presenta abundante citoplasma azul grisáceo debido a la síntesis de grandes cantidades de hemoglobina (acidófila) y cantidades disminuidas de ribosomas (basófilos). Su diámetro es más reducido y mide 10-12  $\mu\text{m}$ .

## Normoblasto ortocromático

Estas células no pueden sintetizar ácido desoxirribonucleico (DNA), por lo tanto, no se pueden dividir. Su diámetro mide aproximadamente 8-10  $\mu\text{m}$ .

## Retículo

Es un eritrocito joven sin núcleo pero con RNA residual y mitocondrias en el citoplasma. El RNA residual proporciona a la joven célula un matiz azul; se describe como un eritrocito polícromatófilo.

## Eritrocito.

También se les conoce como glóbulos rojos o hematíes. Estas células son el resultado final del proceso de la eritropoyesis; provienen de la CFU-E. Tienen forma de disco bicóncavo.

## Factores de crecimiento específicos de linaje

### Eritropoyetina

La **eritropoyetina** (EPO) es el factor de crecimiento más estudiado. Se sabe que el **ácido sialico terminal** de esta  $\alpha$ -globulina es indispensable para que exprese su acción biológica.

### Trombopoyetina

La **trombopoyetina** (TPO) estimula la proliferación de los megacariocitos y la liberación de plaquetas a partir de éstos.

### Otros factores de crecimiento específicos de linaje

Dentro de este grupo se encuentran: factor estimulante de colonias de granulocitos, factor estimulante de colonias de monocitos, IL-2, IL-4, IL-5, IL-7, IL-8, IL-9, IL-10, IL-12 e IL-15.

### Células madre hematopoyéticas

Las **células madre** son un tipo especial de células que tienen capacidad de **autorrenovarse** o **dividirse indefinidamente** y llegan a producir **células especializadas**.

### Célula madre totipotencial

Es aquella que tiene la capacidad de **dividirse** y formar un nuevo individuo completo con todos sus tejidos.

# Homoglobina

Proteína grande con estructura tetramérica, compuesta por cuatro cadenas polipeptídicas y las enzimas anhidrasa carbónica. Esta constituida por dos partes. El grupo hemo, que comprende el átomo de hierro en el que se asienta el oxígeno, y la globina.

## Granulopoyesis

La granulopoyesis es un proceso de maduración que da origen a células granulares y no granulares, llamadas leucocitos o glóbulos blancos.

## Metamielocito

La célula adopta una forma arrionada o semeja un bastón curvo, por lo que se denomina metamielocito. No tiene división mitótica, y es la primera célula de la serie granulocítica que se puede clasificar en eosinófilos, neutrófilos o basófilos.

## Granulocito en banda

Es una célula que tiene un núcleo más grande que la mitad de su diámetro. Tiene 9-15  $\mu\text{m}$  de diámetro.

## Neutrófilo polimorfonuclear

Los neutrófilos polimorfonucleares (PMN) son semejantes a la forma en banda, contienen un núcleo segmentado con dos o más lobulos conectados por un filamento nuclear delgado; una gran parte de estos tienen dos a cuatro lóbulos nucleares.

## Funciones

Los neutrófilos se encuentran entre las primeras células que aparecen en las infecciones bacterianas agudas, por lo que son considerados como la primera línea de defensa del organismo frente a la invasión por bacterias; destruyen a los microorganismos por fagocitosis y descarga de enzimas hidrolíticas.

### Gránulos azurófilos

Son lisosomas (fagosomas) y contienen hidrolasas ácidas, mieloperoxidasa, el agente antimicrobiano lisozima elastasa (proteína que aumenta la permeabilidad bactericida), catépsina G, elastasa, y colágeno inespecífico.

### Gránulos específicos

Estos gránulos son pequeños, al medir aproximadamente 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. El contenido de los gránulos específicos se descarga en la matriz celular, sitio en el que atacan a los microorganismos invasores y ayudan a la migración de los neutrófilos.

### Gránulos terciarios

Fueron descubiertos recientemente; contienen enzimas como gelatinasa y catépsina G, lo mismo que glucoproteína. Las glucoproteínas se insertan en la membrana celular y ayudan al proceso de la fagocitosis.

## Eosinófilos

Los eosinófilos se derivan directamente de la **CFU-GEMM**, bajo la influencia de los factores de crecimiento IL-3 e IL-5. Constituyen menos del 4% de la población de los leucocitos.

## Monopoyesis

De la **CFU-M1** se origina el primer precursor morfológicamente reconocible, que es el **monoblasto**. Su división da origen a los **promocitos**.

## Monoblasto

Es una célula basófila grande que carece de granulos, redondeada, con un gran núcleo, también redondo, provista de una cromatina muy laxa con numerosos nucleolos. Mide 15-25  $\mu\text{m}$  de diámetro.

## Promonocito

Son células más pequeñas. Algunas proliferan rápidamente y producen numerosos monocitos.

## Monocito

Las **células monocíticas** pertenecen al sistema fagocítico monocuclear.

## Receptores de membrana

Cuando la célula progenitora monocítica CD34 positiva adquiere el CD33 y el CD4, se cree que indica el proceso de **diferenciación monocítica**.

# Megariopoyesis

La **megacariopoyesis** presenta diferentes estadios de diferenciación: el megacarioblasto, el promegacarioblasto, el promegacariocito, el megacariocito granular formador de plaquetas y el megacariocito desprender de plaquetas.

## Promegacarioblasto

El **promegacarioblasto** o **megacariocito basófilo** es una célula que presenta una mitosis completa y otra incompleta.

## Megacariocito granular formador de plaquetas

Presenta un núcleo de cromatina muy condensada con varios núcleos unidos entre sí. Mide 35-150  $\mu\text{m}$  de diámetro.

## Megacariocito maduro formador de plaquetas

Es semejante al granulocito, del que difiere por presentar zonas citoplasmáticas con una granulación que se agrupa y queda rodeada por una zona más amorfa.

## Plaquetas

Las **plaquetas** o **trombocitos** son desprendidas del citoplasma de los megacariocitos maduros.

## Función

Las plaquetas participan en la **coagulación**. Cuando se lesiona o rompe la pared de un vaso sanguíneo las plaquetas se adhieren al extremo dañado y a los componentes tisulares expuestos para formar un **coágulo**.

## Zona de las plaquetas

Se distinguen dos zonas delimitadas con claridad, por la tendencia a la agrupación de sus organelos.

### Zona central

Se disponen los distintos tipos de granulos y otros organelos; se le denomina **centrímero** o también **granulómero**.

### Zona periférica

Es un área hialina, incolora, desprovista de organelos, llamada **hialómero**. Presenta dos sistemas tubulares de aberturas densas y tubulares de aberturas de superficie.

### Granulos plaquetarios

Las plaquetas poseen tres tipos de granulos:  
a, S, y A.